Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 4, Winter. 2020, p. 605-615

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۶۱۵-۶۰۵

واکنش برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی توده‌های مرزه به سطوح تنش شوری و برگ‌زدایی

فاطمه مجیدی[1*]، الهام عزیزی[2]، منصوره کرمانی[3]، عباس ابهری[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۱۹

چکیده

تنش‌های شوری و برگ‌زدایی ازجمله تنش‌های محیطی مهم هستند که خواص گیاه و درنتیجه تولیدات آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. مرزه گیاهی معطر با خواص دارویی با نام علمی *Satureja hortensis* و بومی مدیترانه‌ی شرقی و جنوب آسیا می‌باشد. به‌منظور تعیین میزان مقاومت توده‌های مرزه‌ی مورد مطالعه در این پژوهش به دو تنش شوری و برگ‌زدایی و برنامه‌ریزی برای برنامه‌های اصلاحی در آینده، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، با چهار سطح شوری (۰، ۳، ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر)، سه سطح تنش برگ‌زدایی (۰، ۲۵ و ۵۰ درصد) و پنج توده مرزه (کلات، اصفهان، همدان، درگز، مشهد) با سه تکرار به‌صورت گلدانی در شرایط گلخانه در دانشگاه پیام نور واحد مشهد در سال ۱۳۹۶ انجام شد که صفات مورد بررسی میزان آب نسبی برگ، ضریب ثبات غشاء، پرولین، کربوهیدرات و صفات مورفولوژیکی گیاه مرزه بود. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که تنش برگ‌زدایی سبب آثار منفی بر تمام صفات مورد اندازه‌گیری توده‌های مرزه شد. با افزایش سطوح شوری نیز، صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه و همچنین وزن تر و خشک اندام‌های مختلف مرزه کاهش یافت. همچنین با اعمال تنش شوری محتوای پرولین و قندهای محلول افزایش یافت و بیشترین میزان پرولین و کربوهیدرات در توده‌ی مشهد مشاهده شد که با توجه به این دو صفت می‌توان توده مشهد را به‌عنوان توده مقاوم به شوری معرفی کرد. همچنین بیشترین میزان ضریب ثابت غشاء در توده‌ی همدان و بیشترین میزان آب نسبی برگ در توده‌ی کلات بود.

واژه‌های کلیدی: آب نسبی، پرولین، ضریب ثابت غشا، کربوهیدرات، مشهد

مقدمه

تنش‌های محیطی مهم‌ترین عامل کاهش‌دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند. افزایش جمعیت جهان و نیاز روزافزون به فرآورده‌های غذایی برای مردم جهان از یک سو و سرعت فوق‌العاده زیاد توسعه علمی و ورود صنایع و تکنولوژی صنعتی و استفاده از سوخت‌های فسیلی از سوی دیگر زمینه پیدایش انواع تنش برای گیاهان را فراهم نموده‌است. مجموعه‌ی این تنش‌ها رشد و توسعه گیاهان را به شدت کاهش داده و در صورتی‌که در این زمینه مطالعه‌ای به‌طور اصولی و با یک برنامه منظم انجام نشود، حیات همه موجودات زنده و به‌ویژه زندگی انسان‌ها در مخاطره جدی قرار خواهد گرفت (Mesri *et al.*, 2014). عوامل تنش‌زا را می‌توان در سه گروه کلی فیزیکی، شیمیایی و زیستی تقسیم‌بندی کرد. از تنش‌های فیزیکی می‌توان به مواردی چون خشکی، دما، تابش، غرقاب شدن، باد و میدان‌های مغناطیسی اشاره کرد. تنش‌های شیمیایی نیز متعددند که مهم‌ترین آن‌ها، آلودگی هوا، فلزات سنگین، آفت‌کش‌ها، سموم، اسیدیته خاک و شوری می‌باشد.

شوری یکی از تنش‌های اصلی و شایع در جهان کنونی است که سبب کاهش تولیدات کشاورزی و نقصان رستنی‌های طبیعی در نواحی وسیعی از سطح زمین می‌شود. براساس برآورد انجام شده ۷ درصد از اراضی جهان شور و ۳ درصد بسیار شور است (Poustini, 1995). شوری از مهم‌ترین عوامل تنشی سرزمین ما نیز هست، به‌طوری‌که حدود نیمی از اراضی ایران به نحوی با مشکل شوری مواجه‌اند. گفته شده است که اگر غلظت نمک به حدی باشد که باعث تقلیل پتانسیل آب به اندازه ۰/۰۵ تا ۰/۱ مگاپاسکال (۰/۵- تا ۱- بار) گردد به آن تنش ناشی از نمک گفته می‌شود (Levitt, 1980). مهم‌ترین واکنش گیاه به شوری خاک، کاهش رشد است. با افزایش غلظت املاح به بیش از آستانه تحمل گیاه، هم آهنگ رشد کاهش می‌یابد و هم اندازه گیاه کوچک می‌شود. گیاهان مبتلا به شوری اغلب ظاهری معمولی دارند ولی عموماً کوتاه‌تر بوده و برگ آن‌ها ضخیم‌تر، پرآب‌تر و به رنگ سبز تیره هستند.

برگ‌زدایی یکی دیگر از منابع بزرگ تنش‌های گیاهان است. این تنش، نوعی تنش زیستی برای گیاهان است که موجب تغییر در صفات گیاه از جمله خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مورفولوژیک شده و باعث کاهش تناسب اندام‌های گیاهی می‌شود (Agrawal *et al.*,

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه پیام نور، ایران
۲- دانشیار، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران
۳- استادیار، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران
۴- استادیار، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: fmajidi66@yahoo.com)
DOI: 10.22067/gsc.v17i4.79081

1999; Karban and Baldwin, 1997). به‌طور کلی تغذیه حشرات، پاتوژن‌ها، پستانداران و حتی سرزنی گیاه توسط انسان در جوامع گیاهی را گیاه‌خواری یا برگ‌زدایی می‌نامند. برگ‌زدایی شبیه‌سازی شده، روشی است که در آن توسط قیچی بخشی از اندام گیاهی در دوره‌های خاصی حذف می‌شود. برگ‌زدایی می‌تواند اثرات زیان‌بار شدیدی بر رشد، تولیدمثل و حتی بقای گیاهان باقی گذارد. حذف بافت برگ توسط گیاه‌خواران، فتوسنتز در گیاه را کاهش می‌دهد (Mabry and Wayne, 1997). به‌علاوه، با کاهش رشد در گیاه به شدت گلدهی تحت تاثیر قرار می‌گیرد و در عین حال خسارت جبران‌ناپذیری بر بقای گیاه در فصل رشد آتی آن می‌گذارد.

یکی از گیاهان مهم و معطر با خاصیت دارویی که تحت تاثیر این تنش‌های محیطی مضر است، مرزه (*Satureja Hortensis* L.) است. مرزه، گیاهی بومی مدیترانه شرقی و جنوب غربی آسیا (ازجمله ایران) از خانواده نعناعیان، که در فاصله ماه‌های تیر تا شهریور در ایران به گل می‌نشیند. برگ‌های آن نرم و متقابل و تقریباً بدون دمبرگ و باریک و دارای تارهای غده‌ای فراوان اسانس‌دار و سرشاخه‌های آن بوی معطر و اثر نیرودهنده و تسهیل‌کننده عمل هضم، درمان دردهای عصبی، افزایش فاکتورهای انعقادی خون، کاهش چربی و وزن و مقوی معده دارد و دارای ترکیبات ضددرد برای درمان سوختگی‌ها و درد دندان می‌باشد (Rechinger, 1982; Jafri and Gadi, 1985).

با توجه به اهمیت این گیاه، مطالعات متعددی در رابطه با بررسی تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری بر روی آن انجام شده است. بررسی اثر شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور گیاهان دارویی مرزه و بادرشبو (*D. moldavica*) مشخص کرده‌است که با افزایش سطوح تنش شوری، سرعت و درصد جوانه‌زنی گیاهان کاهش خواهد یافت (Khalesro *et al*., 2016). همچنین اثر کاهشی تنش شوری بر طول گیاهچه، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی مرزه (Seghatoleslami, 2010) و اثر افزایشی تنش شوری بر میزان کارتنوئید نیز بررسی شده‌است (Fabriki-Ourang and Mehrabad Pourbanab, 2016). بررسی‌ها همچنین نشان داده‌است که تنش شوری بر صفات درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و وزن خشک مرزه (Saadatian *et al*., 2012) اثر کاهشی ولی بر میزان پرولین نمونه‌ها اثر افزایشی (Vojodi Mehrabani *et al*., 2017) دارد.

هرچند با توجه به مطالعات ما گزارشی مبنی بر بررسی تنش برگ‌زدایی بر گیاه مرزه وجود ندارد، اما این تنش روی سایر گیاهان مورد ارزیابی قرار گرفته است که نتایج آن‌ها می‌تواند به مطالعه حاضر کمک کند. در مطالعه‌ای که در ارتباط با تحمل به برگ‌زدایی (توان گیاهان برای کاهش اثرات منفی حذف برگ بر رشد آن‌ها) شبیه‌سازی شده در علف هرز شنگ (*Sheng*) انجام شد، نتایج نشان داد که با ایجاد تنش برگ‌زدایی و کاهش تعداد برگ، توانایی فتوسنتز و توانایی گیاه برای بقا کاهش یافته است (Valaie and Hosseini Cici, 2014). همچنین محدودیت منابع فتوسنتزی در اثر برگ‌زدایی طی رشد دانه بر روی گیاه مادری موجب کاهش وزن خشک گیاهچه‌های تولیدی می‌شود (Abdoli *et al*., 2013). از طرفی، اثر افزایشی تنش برگ‌زدایی بر میزان درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه در بذور تولیدی ذرت (*Zea mays*) نیز بررسی شده‌است (Heidari, 2012).

با توجه به اهمیت تنش شوری و همچنین جهت فراهم آوردن اطلاعاتی از تاثیرات تنش برگ‌زدایی بر توده‌های بومی گیاه مرزه، این پژوهش به‌منظور تعیین میزان مقاومت توده‌های مرزه‌ی مورد مطالعه به دو تنش شوری و برگ‌زدایی و بررسی برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی توده‌های مختلف مرزه در شرایط تنش شوری و برگ‌زدایی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، با چهار سطح شوری با تیمار تهیه شده از نمک NaCl و آب مقطر (۰، ۳، ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر)، سه سطح تنش برگ‌زدایی (۰، ۲۵ و ۵۰ درصد قطع اندام هوایی با قیچی) و پنج توده‌ی مرزه (کلات، اصفهان، همدان، درگز، مشهد) با سه تکرار در خرداد ماه سال ۱۳۹۶ در گلخانه دانشگاه پیام نور واحد مشهد انجام گردید. پس از تهیه گلدان‌های مربوطه به تعداد ۱۸۰ عدد، برای پرکردن گلدان‌ها از خاکی با نسبت‌های ماسه بادی: ۲، کود آلی: ۱ و خاک زراعی: ۲ استفاده شد و با فاصله یکسانی در کنار یکدیگر قرار گرفتند. آنالیز خاک مورد استفاده در گلدان‌ها (جدول ۱) حاکی از لومی شنی[1] بودن بافت خاک بود.

کاشت به‌صورت بذری بود و حدود ۲۰-۱۵ گیاه در داخل هر گلدان قرارداشت. ابعاد گلدان‌ها ۲۰*۱۷*۱۷ بود.

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی

تنش شوری و برگ‌زدایی (قطع اندام‌های هوایی گیاه با قیچی) پس از رسیدن گیاه به مرحله هشت برگی اعمال شد و هر توده با تیمار خاص خود آبیاری شد. یک ماه قبل از برداشت هر دو هفته از هر گلدان به‌طور تصادفی یک بوته انتخاب و نمونه‌برداری شد و صفاتی نظیر ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی و برگ‌ها اندازه‌گیری شد و در یک مرحله وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک ساقه و وزن تر و خشک برگ‌ها به تفکیک گونه‌ها ثبت شد. نمونه‌هایی که نیاز به خشک شدن داشتند در داخل آون و درجه حرارت ۷۰ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند.

1- Sandy loam

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در گلدان‌ها
Table 1- Physical and chemical properties of soil used in pots

	pH	EC ($dS.m^{-1}$)	Mineral N ($mg.kg^{-1}$)	Total N (%)	P ($mg.kg^{-1}$)	K ($mg.kg^{-1}$)	OC (%)	OM (%)	TNV (%)
Result test نتیجه آزمون	8.19	1.42	28	0.2	150	900	3.31	5.71	13.25
Optimal amount of agricultural soil حد مطلوب خاک زراعی	6.5-7.5	<2	50	0.15-0.25	15	180-250	>1.5%	26-5	<10

Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture	CEC ($cmol^{+}.kg^{-1}$)
70.96	18.56	10.48	Sandy loam	16.66

اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی

در طی مراحل رویشی، پارامترهای میزان محتوای آب نسبی برگ، ضریب ثبات غشاء (درصد نشت الکترولیت‌ها از برگ)، میزان پرولین در نمونه‌های گیاهی و میزان کربوهیدرات محلول برگی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پارامترهای مختلف در آزمایشگاه از تیمارهای مختلف مرزه در گلخانه، گلدان‌های هر تکرار و برگ‌ها جهت اندازه‌گیری پارامترهای مختلف بیوشیمیایی مورد آزمایش قرار گرفتند.

ضریب ثابت غشاء[1]: جهت سنجش ضریب ثبات غشاء، از روش پرماچاندرا و همکاران (Permachandra *et al*., 1990) استفاده شد. لوله آزمایش اول که حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه و ۰/۱ گرم برگ بود، به مدت ۳۰ دقیقه در بن ماری۴۰ درجه سانتی‌گراد و لوله آزمایش دوم که حاوی۱۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه و ۰/۱ گرم برگ بود، به مدت ۱۰ دقیقه در بن ماری ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس لوله‌ها جهت کاهش دما و رسیدن به دمای محیط در یخچال گذاشته شدند و پس از تعدیل دما، میزان نشت الکترولیت آن‌ها با دستگاه EC[2] متر خوانده شده و طبق معادله ۱ میزان MSI آن‌ها سنجیده شد.

$$MSI = 1 - \frac{EC_{40}}{EC_{100}} \qquad (۱)$$

محتوای نسبی آب برگ (RWC[3]): جهت سنجش میزان نسبی آب برگ طبق روش بار و واترلی (Barr and Wetherley, 1962)، ابتدا یک برگ از هر گیاه جدا و وزن تر (FW) آن اندازه‌گیری شد. سپس همان برگ در ظرف حاوی آب مقطر غوطه‌ور شد. پس از ۱۶ ساعت، برگ‌ها از آب خارج شده و به‌وسیله دستمال کاغذی خشک شده و توزین شدند تا وزن برگ‌ها در شرایط اشباع رطوبتی (TW) به‌دست آید. سپس برای تعیین وزن خشک، برگ‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفته و مجدداً توزین شدند تا وزن خشک برگ‌ها (DW) محاسبه شود. در نهایت محتوای نسبی آب برگ طبق معادله ۲ محاسبه گردید.

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100 \qquad (۲)$$

محتوای پرولین: برای استخراج و سنجش پرولین از روش بیتس و همکاران (Bates *et al*., 1973) استفاده شد و با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت پرولین در محلول محاسبه شد. بدین صورت که ابتدا ۰/۱ گرم ماده‌ی تر گیاهی را با هاون خرد کرده و درون یک تیوب ریخته شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ۰/۰۳ با آن اضافه گردید. تیوب‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. سپس ۲ میلی‌لیتر از محلول شناور سانتریفیوژ شده را درون لوله‌های آزمایش ریخته و ۲ میلی‌لیتر اسید ناین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال به آن اضافه گردید. محلول حاصل به مدت یک ساعت در حمام آب گرم و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس برای پایان یافتن واکنش، لوله‌های آزمایش در داخل بستر یخی قرار گرفته و ۴ میلی‌لیتر تولوئن به هر لوله اضافه گردید. لوله‌های آزمایش مربوطه به مدت ۲۰ ثانیه ورتکس شدند. غلظت اسیدآمینه پرولین آزاد نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر تعیین و در نهایت بر اساس منحنی استاندارد حاصل از غلظت‌های مختلف پرولین بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر محاسبه شد.

محتوای کربوهیدرات محلول: برای به‌دست آوردن کربوهیدرات محلول برگی از روش شلیگل (Sheligl, 1986) استفاده شد. تعدادی برگ تازه و توسعه‌یافته را انتخاب و بعد از خشک کردن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، محتوای کربوهیدرات محلول در طول موج ۴۸۵ نانومتر در دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد و منحنی استاندارد رسم شد. سپس میزان جذب در نمونه‌های گیاهی را قرائت نموده و با قرار دادن در معادله خط، مقدار آن بر حسب میلی‌گرم بر گرم ماده خشک به‌دست آمد.

1- Membrane stability index
2- Electric Conductivity
3- Relative water content

تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری این داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Minitab و Mstatc انجام شد و سپس مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اثرات ساده تنش شوری، تنش برگ‌زدایی و توده‌های بومی مرزه و همچنین اثرات متقابل بین آن‌ها بر ارتفاع، تعداد برگ و تعداد انشعابات (جدول ۲) از لحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌دار بود (P ≤۰/۰۱). همچنین تاثیر افزایش میزان سطوح برگ‌زدایی بر روند کاهشی تمامی صفات مورفولوژیکی دارای تفاوت معنی‌دار بود. در مجموع با افزایش سطوح برگ‌زدایی، مقادیر همه صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه کاهش نشان دادند به‌طوری‌که بیشترین مقادیر این صفات در سطح برگ‌زدایی صفر درصد و کمترین مقادیر آن‌ها در سطح ۵۰ درصد برگ‌زدایی مشاهده شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر توده، شوری و برگ‌زدایی بر برخی صفات مورفولوژیکی توده‌های مختلف مرزه

Table 2- Analysis of variance of landrace, salinity and herbivory stresses on some morphological traits of different Landrace of Savory

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS					
		مرحله اول نمونه‌برداری The first step of sampling			مرحله دوم نمونه‌برداری The second step of sampling		
		ارتفاع Height	تعداد برگ Leaves no.	تعداد انشعابات Branches no.	ارتفاع Height	تعداد برگ Leaves no.	تعداد انشعابات Branches no.
توده Landrace	4	285.381**	40.706**	2.984**	488.732**	233.968**	26.041**
شوری Salinity	3	67.508**	1.264**	0.824**	398.780**	253.037**	14.740**
توده*شوری Landrace * Salinity	12	68.674**	14.955**	1.410**	153.223**	91.668**	6.713**
برگ‌زدایی Herbivory	2	252.008**	187.517**	15.001**	3022.234**	1463.018**	133.597**
توده*برگ‌زدایی Landrace * Herbivory	8	26.255**	13.168**	0.728**	192.292**	85.066**	11.689**
شوری*برگ‌زدایی Salinity * Herbivory	6	13.096**	5.494**	0.535**	212.121**	76.656**	9.912**
توده*شوری*برگ‌زدایی Herbivory* Salinity* Landrace	24	34.845**	5.108**	0.827**	90.244**	43.524**	3.252**
خطا Error	120	1.016	0.235	0.098	1.633	0.860	0.060
ضریب تغییرات ٪CV	-	8.9	11.6	21.3	10.4	11.6	9.9

ns، * و ** در هر ستون به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح ۵٪ و ۱٪ هستند.

ns, * and **: Non significant and significant at 5 and 1 % probability levels, respectively.

طبق نتایج جدول ۳، بیشترین میزان ارتفاع برای توده‌های درگز و همدان و کمترین میزان ارتفاع برای توده‌ی اصفهان گزارش شد. بیشترین و کمترین تعداد برگ در بوته به‌ترتیب در توده‌های همدان و اصفهان مشاهده شد. بر پایه‌ی این یافته‌ها، با نزدیک شدن به مراحل انتهایی مرحله رشد رویشی در بین توده‌های مورد مطالعه، بیشترین مقادیر برای صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه در توده همدان مشاهد شد. با اعمال تنش شوری، در مرحله اول نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری بین سطوح صفر و ۹ دسی‌زیمنس بر متر برای صفات ارتفاع، تعداد برگ در بوته و تعداد انشعابات در بوته مشاهده گردید، به‌طوری‌که با افزایش سطوح شوری از صفر تا ۹ دسی‌زیمنس بر متر، ارتفاع گیاه تا شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر روند کاهشی داشت و سپس در شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت. صفات تعداد برگ در بوته و تعداد انشعاب در بوته نیز تا شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر روند کاهشی داشت و در شوری ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر روند افزایشی داشتند. اما در مرحله دوم نمونه‌برداری با افزایش سطوح شوری طبق جدول ۲، مقادیر برای صفات مورفولوژیکی مذکور کاهش

یافت که این مطلب می‌تواند نشان‌دهنده توان جبرانی گیاه در مراحل اولیه رشد در اثر تنش شوری باشد. شوری بـه دلیل کاهش مواد فتوسنتزی در مرحله پر شدن دانه، کاهش شدت رشد در اثر پتانسیل اسمزی را باعث می‌شود (Francois, 1994). توقف رشد گیاه مرزه به علت کم بودن پتانسیل آب، سمیت یونی و عدم تعادل دفع توسط شوری در اثر تنش شوری گزارش شده است (Greenway and Munns, 1980) که در پژوهش ما نیز با افزایش سطوح شوری و برگ‌زدایی صفات مورفولوژیکی کاهش یافتند. طبق نتایج ولایی و همکاران نیز، با ایجاد تنش برگ‌زدایی و کاهش تعداد برگ، توانایی فتوسنتز و توانایی گیاه برای بقا کاهش خواهد یافت (Valaie and Hosseini Cici, 2014).

جدول ۳- اثر توده، شوری و برگ‌زدایی بر برخی صفات مورفولوژیکی توده‌های مختلف مرزه در مرحله دوم نمونه‌برداری

Table 3- Effects of landrace, salinity and herbivory stresses on some morphological traits of different Landrace of Savory in two step of sampling

تیمار Treatment	سطوح تیمار Levels	مرحله اول نمونه‌برداری The first step of sampling			مرحله دوم نمونه‌برداری The second step of sampling		
		ارتفاع Height (cm)	تعداد برگ در بوته Leaves no.	تعداد انشعابات در بوته Branches no.	ارتفاع Height (cm)	تعداد برگ در بوته Leaves no.	تعداد انشعابات در بوته Branches no.
توده Landrace	Kalat کلات	12.282[bc]	4.355[c]	1.620[a]	11.842[c]	8.943[b]	3.123[a]
	Isfahan اصفهان	13.403[a]	4.829[a]	1.574[ab]	6.153[d]	4.188[d]	1.167[d]
	Hamadan همدان	11.840[c]	4.722[ab]	1.694[a]	14.761[a]	10.954 [a]	3.218[a]
	Dargaz درگز	12.412[b]	4.583[b]	1.472[b]	15.148[a]	8.954[b]	2.753[b]
	Mashhad مشهد	6.319[d]	2.278[d]	0.972[c]	13.764[b]	7.028[c]	2.111[c]
	LSD	0.470	0.226	0.146	0.596	0.433	0.114
شوری Salinity (dSm^{-1})	0	12.048[a]	4.317[a]	1.619[a]	16.616[a]	11.106[a]	3.173[a]
	3	10.767[b]	3.996[b]	1.322[b]	12.074[b]	8.633[b]	2.706[b]
	6	9.757[c]	4.022[b]	1.389[b]	10.528[c]	6.044[c]	1.944[d]
	9	12.433[a]	4.278[a]	1.537[a]	10.116[c]	6.269[c]	2.074[c]
	LSD	0.421	0.202	0.131	0.533	0.387	0.102
برگ‌زدایی Herbivory (٪)	0	13.279[a]	6.105[a]	1.967[a]	19.584[a]	12.959[a]	3.959[a]
	25	11.294[b]	3.697[b]	1.467[b]	12.017[b]	7.997[b]	2.489[b]
	50	9.181[c]	2.658[c]	0.967[c]	5.400[c]	3.083[c]	0.975[c]
	LSD	0.364	0.175	0.113	0.462	0.335	0.088

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with the same letters in each column are not significantly different in 5% probability level.

نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات توده، شوری و برگ‌زدایی بر وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ گیاه مرزه در جدول ۴ نشان داده شده است. همه‌ی اثرات ساده توده، تنش شوری و تنش برگ‌زدایی و همچنین اثرات متقابل بین آن‌ها بر وزن تر و خشک اندام‌های مختلف گیاه مرزه در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار گردید.

نتایج اثرات توده، شوری و برگ‌زدایی بر وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ گیاه مرزه (جدول ۵) حاکی از این است که توده‌های کلات و همدان در مقدار وزن خشک تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. همچنین توده‌ی همدان به لحاظ آماری با توده‌ی درگز در وزن خشک برگ تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین مقادیر برای وزن تر و خشک صفات مورد بررسی در توده‌ی کلات و کمترین مقادیر آن‌ها در توده‌ی مشهد مشاهده شد. با افزایش میزان برگ‌زدایی، وزن تر و خشک ریشه روند کاهشی نشان داد اما سطوح برگ‌زدایی صفر و ۲۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در مجموع نتایج به‌دست آمده از این مطالعه و سایر پژوهش‌های انجام شده نشان داد گیاهانی که در معرض برگ‌زدایی قرار می‌گیرند نسبت به سایر گیاهان که این نوع تنش را دریافت نکرده‌اند، به‌طور معنی‌داری کوتاه‌تر می‌باشند. این نتایج با نتایج ثقه‌الاسلامی، سعادتیان و همکاران و خلیلی و همکاران که طی تحقیقات خود اعلام کردند که تنش شوری موجب کاهش طول گیاهچه، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه مرزه شده و سرعت و درصد جوانه‌زنی آن را کاهش می‌دهد (Seghatoleslami, 2010; Saadatian *et al.*, 2012; Khalili *et al.*, 2014)، مطابقت دارد.

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر توده، شوری و برگ‌زدایی بر وزن تر و خشک اندام‌های مختلف گیاه مرزه

Table 4- Analysis of variance of landrace, salinity and herbivory stresses on the fresh and dry weight of different organs of Savory

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS					
		وزن تر ریشه **Root fresh weight**	وزن تر ساقه **Stem fresh weight**	وزن تر برگ **Leaf fresh weight**	وزن خشک ریشه **Root dry weight**	وزن خشگ ساقه **Stem dry weight**	وزن خشک برگ **Leaf dry weight**
Landrace توده	4	0.00025**	0.030**	0.035**	0.000**	0.002000**	0.00075**
Salinity شوری	3	0.00030**	0.016**	0.005**	0.000**	0.001000**	0.00000**
توده*شوری Landrace * Salinity	12	0.00080**	0.007**	0.005**	0.000**	0.000333**	0.00008**
برگ‌زدایی Herbivory	2	0.00050**	0.055**	0.054**	0.000**	0.002000**	0.00100**
توده*برگ‌زدایی Landrace * Herbivory	8	0.00000**	0.006**	0.007**	0.000**	0.000125**	0.00000**
شوری*برگ‌زدایی Salinity* Herbivory	6	0.00016**	0.016**	0.011**	0.000**	0.000500**	0.00017**
توده*شوری*برگ‌زدایی Landrace * Salinity * Herbivory	24	0.00012**	0.007**	0.005**	0.000**	0.000167**	0.00012**
Error خطا	120	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000008	0.00000
ضریب تغییرات CV٪	–	13.2	12.1	12.7	11.4	22.4	12.6

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ هستند.

ns, * and **: Non significant and significant at 5 and 1 % probability levels, respectively.

جدول۵- اثر توده، شوری و برگ‌زدایی بر وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ گیاه مرزه

Table 5- Effects of landrace, salinity and herbivory stresses on the fresh and dry weight of root, stem and leaf of Savory

تیمار **Treatment**	سطوح تیمار **Levels**	وزن تر ریشه **Root fresh weight (g)**	وزن تر ساقه **Stem fresh weight (g)**	وزن تر برگ **Leaf fresh weight (g)**	وزن خشک ریشه **Root dry weight (g)**	وزن خشگ ساقه **Stem dry weight (g)**	وزن خشک برگ **Leaf dry weight (g)**
توده Landrace	Kalat کلات	0.007[a]	0.087[a]	0.087[a]	0.003[a]	0.022[a]	0.013[a]
	Isfahan اصفهان	0.003[d]	0.061[b]	0.040[c]	0.002[b]	0.011[b]	0.004[c]
	Hamadan همدان	0.006[b]	0.051[c]	0.059[b]	0.003[a]	0.010[c]	0.007[b]
	Dargaz درگز	0.004[c]	0.048[d]	0.034[d]	0.001[bc]	0.012[b]	0.007[b]
	Mashhad مشهد	0.001[e]	0.007[e]	0.003[e]	0.001[c]	0.001[d]	0.001[d]
	LSD	0.0005	0.0005	0.0007	0.0007	0.0013	0.0018
شوری Salinity (dSm^{-1})	0	0.007[a]	0.075[a]	0.060[a]	0.003[a]	0.018[a]	0.009[a]
	3	0.003[b]	0.054[b]	0.046[b]	0.002[b]	0.009[b]	0.006[b]
	6	0.002[c]	0.030[d]	0.037[c]	0.001[c]	0.009[b]	0.005[c]
	9	0.004[b]	0.044[c]	0.036[d]	0.001[c]	0.008[b]	0.006[b]
	LSD	0.0006	0.0004	0.0007	0.0006	0.0012	0.0004
برگ‌زدایی Herbivory (٪)	0	0.005[a]	0.082[a]	0.076[a]	0.002[a]	0.016[a]	0.010[a]
	25	0.005[a]	0.048[b]	0.041[b]	0.003[a]	0.011[b]	0.006[b]
	50	0.002[b]	0.022[c]	0.017[c]	0.001[b]	0.005[c]	0.003[c]
	LSD	0.0005	0.0004	0.0005	0.0004	0.0010	0.0007

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with the same letters in each column are not significantly different in 5% probability level.

طبق نتایج ثقه الاسلامی (Seghatoleslami, 2010) سطوح بالای شوری درصد جوانه‌زنی مرزه را کاهش داد اما پایین‌ترین سطح شوری (EC2) جوانه‌زنی آن را تحریک کرد و اثر معنی‌داری بر جوانه‌زنی کنگر (*Cynara scolymus* L.) و کاسنی (*Nerium oleander*) نداشت. همچنین سرعت جوانه‌زنی مرزه کاهش یافت و مشخص شد فرآیند جوانه‌زنی مرزه نسبت به دو گیاه کنگر و کاسنی نسبت به شوری حساس‌تر است. همچنین نجفی و همکاران طی بررسی‌های خود شاهد کاهش وزن تر و خشک گیاه مرزه در اثر افزایش شوری بودند (Najafi and Khavari-Nejad, 2010) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت و تنش شوری و برگ‌زدایی تاثیر منفی و روند کاهشی بر صفات مورد مطالعه داشتند. همچنین این نتایج منطبق بر نتایج ولایی و همکاران است که کاهش تقریباً ۵۰ درصدی را در وزن خشک اندام‌های هوایی و زیرزمینی علف هرز شنگ گزارش کردند (Valaie and Hosseini Cici, 2014).

نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده تنش شوری، تنش برگ‌زدایی و توده‌های بومی مرزه و همچنین اثرات متقابل بین آن‌ها (جدول ۶) حاکی از معنی‌داری این اثرات بر همه صفات بیوشیمیایی مورد مطالعه در سطح ۰/۰۱ بود.

جدول ٦- تجزیه واریانس اثر توده، شوری و برگ‌زدایی بر برخی صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک گیاه مرزه

Table 6- Analysis of variance of landrace, salinity and herbivory stresses on some biochemical traits of Savory

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS			
		میزان آب نسبی برگ RWC%	ضریب ثابت غشاء MSI%	پرولین Proline ($mg.g^{-1}$)	کربوهیدرات Carbohydrate ($\mu mol.g^{-1}$)
توده Landrace	4	11259.844**	3.996**	4271.110**	401.693**
شوری Salinity	3	1293.364**	4.414**	2501.544**	186.539**
توده*شوری Landrace * Salinity	12	3564.791**	1.472**	2120.811**	188.160**
برگ‌زدایی Herbivory	2	10155.465**	6.022**	7337.590**	687.979**
توده*برگ‌زدایی Landrace * Herbivory	8	2369.810**	0.618**	923.333**	81.439**
شوری*برگ‌زدایی Salinity * Herbivory	6	4343.943**	0.490**	1543.976**	162.205**
توده*شوری*برگ‌زدایی Herbivory * Salinity* Landrace	24	1192.583**	0.500**	914.826**	91.855**
خطا Error	120	3.297	0.005	0.212	0.051
ضریب تغییرات %CV		5.130	11.830	2.180	3.480

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ هستند.

ns, * and **: Non significant and significant at 5 and 1 % probability levels, respectively.

نتایج بررسی اثرات توده، شوری و برگ‌زدایی بر روی صفات بیوشیمیایی (جدول ۷) حاکی از این است که از نظر توده‌ها، توده مشهد از نظر اکثر صفات بیوشیمیایی برتری دارد و از نظر شوری افزایش سطوح شوری بر میزان نسبی آب برگ، ضریب ثبات غشاء اثر کاهشی و بر محتوای پرولین و کربوهیدرات تا سطح ۶ دسی‌زیمنس اثر افزایشی ولی در شوری ۹ دسی‌زیمنس اثر کاهشی معنی‌داری بر این دو فاکتور دارد. می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که گیاه تا سطح ۶ دسی‌زیمنس با افزایش پرولین و کربوهیدرات پتانسیل اسمزی خود را تنظیم کرده ولی در سطح شوری بالاتر توان مقابله با این تنش را نداشته است و همچنین تجمع پرولین، حاصل تغییر در سرعت بیوسنتز یا تجزیه این اسیدآمینه می‌باشد که در این زمینه میزان فعالیت آنزیم‌های مربوط، غلظت مؤثر پیش‌سازها و فـرآورده‌های آن مهم می‌باشند. همچنین افزایش درصد برگ‌زدایی بر تمام صفات بیوشیمیایی اثر معنی‌دار داشته است. میزان رطوبت نسبی بـه‌عنوان معیار قابل اعتمادی جهت اندازه‌گیری وضعیت آب در بافت‌های گیاهی مطرح است کـه تحت تأثیر شوری و ژنوتیپ قرار می‌گیرد. پاک نیت و همکاران (Pakniat *et al.*, 2003) و داداشی و همکاران (Dadashi *et al.*, 2007) در بررسی واکنش ارقام جو (*Hordeum*

(*vulgare*) به تنش شوری نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. تنش اسمزی ناشی از تنش شوری، فشار آماس را کاهش داده و منجر به پژمردگی گیاه می‌شود (Fricke and Peters, 2002). در مطالعه‌ای که تنش شوری در گیاه گندم بررسی شد، کاهش رطوبت نسبی در اندام‌های هوایی این گیاه گزارش شد (Houshmand *et al.*, 2005) که در پژوهش حاضر نیز با افزایش میزان شوری، میزان آب نسبی کاهش یافت. این نتایج، با نتایج راسکیو و همکاران (Rascio *et al.*, 2001) روی گندم (*Triricum*) و مور و همکاران (More *et al.*, 2004) بر روی ذرت نیز هم‌خوانی دارد. افزایش میزان کربوهیدرات‌ها به‌عنوان راهکاری برای کاهش اثرات تنش اسمزی و یونی و در نهایت سازگاری گیاهان به این شرایط گزارش شده‌است (Prado *et al.*, 2000). افزایش میزان پرولین در جوانه‌های تحت تنش شوری گیاه سورگوم (*Sorghum*) (Takur and Sharma, 2005) نیز گزارش شده است. پرولین جزء متابولیت‌های محافظ با وزن مولکولی پایین است که سبب افزایش مقاومت و جلوگیری از خسارت ناشی از تنش شوری می‌شود (Santa Maria and Epsetin, 2001). همچنین انباشت قندهای محلول و پرولین در جو، برنج (*Oriza savita*) و سورگوم بیانگر حساسیت نسبی رقم در برابر تنش شوری گزارش شده است (Lauchi and Epesetin, 1984). مجدم و همکاران (Majdam *et al.*, 2007) نیز طی تحقیقات خود اعلام کرد که شوری موجب بالا رفتن محتوای پرولین و قندهای محلول می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت. به‌طورکلی براساس مطالب بیان‌شده می‌توان گفت پرولین نقش فیزیولوژیکی مهمی را در تنش شوری ایفا می‌نماید و با افزایش شوری میزان پرولین نیز افزایش می‌یابد.

جدول ۷- اثر توده، شوری و برگ‌زدایی بر برخی صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک گیاه مرزه

Table 7- Effects of Landrace, Salinity and Herbivory stresses on some biochemical traits of Savory

تیمار Treatment	سطوح تیمار Levels	میزان آب نسبی برگ RWC %	ضریب ثابت غشاء MSI %	پرولین Proline (mg.g^{-1})	کربوهیدرات Carbohydrate (µmol.g^{-1})
توده Landrace	Kalat کلات	56.104^{a}	0.379^{d}	25.996^{b}	7.739^{b}
	Isfahan اصفهان	26.345^{d}	0.184^{e}	5.443^{e}	1.946^{e}
	Hamadan همدان	31.833^{c}	1.017^{a}	16.608^{d}	4.762^{d}
	Dargaz درگز	50.065^{b}	0.806^{b}	23.153^{c}	6.983^{c}
	Mashhad مشهد	12.758^{e}	0.681^{c}	34.556^{a}	10.872^{a}
	LSD	0.847	0.33	0.215	0.105
شوری Salinity (dSm^{-1})	0	41.428^{a}	0.952^{a}	17.395^{c}	6.397^{c}
	3	37.826^{b}	0.783^{b}	26.310^{b}	6.602^{b}
	6	29.096^{d}	0.467^{c}	28.358^{a}	8.912^{a}
	9	33.335^{c}	0.253^{d}	12.542^{d}	3.931^{d}
	LSD	0.758	0.029	0.192	0.094
برگ‌زدایی Herbivory (٪)	0	48.102^{a}	0.869^{a}	29.325^{a}	8.996^{a}
	25	36.057^{b}	0.713^{b}	25.561^{b}	7.770^{b}
	50	22.105^{c}	0.259^{c}	8.568^{c}	2.615^{c}
	LSD	0.656	0.026	0.166	0.082

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with the same letters in each column are not significantly different in 5% probability level.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق بیان‌کننده آن است که با نزدیک شدن به مراحل انتهایی مرحله‌ی رشد رویشی در بین توده‌های مورد مطالعه، بیشترین مقادیر برای صفات موروفولوژیکی در توده همدان و بیشترین مقادیر برای وزن تر و خشک صفات مورد بررسی در توده‌ی کلات و کمترین مقادیر آن‌ها در توده‌ی مشهد مشاهده شد. از این رو، توده‌های کلات و همدان از نظر آماری نسبت به سطوح مختلف تنش شوری و برگ‌زدایی برای پارامترهای صفات مورفولوژیکی و وزن تر و خشک اندام‌های مختلف مرزه برتری داشتند. با اعمال تنش شوری، محتوای پرولین و قندهای محلول افزایش یافت. به‌طوری‌که با افزایش شوری، روند کاهشی در صفات مورفولوژیکی مورد بررسی مشاهده شد و همین‌طور وزن تر و خشک اندام‌های مختلف مرزه کاهش یافت. بیشترین میزان پرولین و کربوهیدرات، در توده مشهد و

بیشترین میزان ضریب ثابت غشاء در توده همدان مشاهده شد. میزان آب نسبی برگ نیز در توده کلات دارای بیشترین مقدار بود. با توجه به افزایش میزان پرولین و کربوهیدرات در توده مشهد و مقایسه با سایر بررسی‌ها، اگر فقط این صفات مد نظر قرار بگیرند می‌توان توده‌ی مشهد را به‌عنوان توده‌ی مقاوم به شوری معرفی کرد.

References

1. Abdoli, M., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Kazemi-Gavar, H., Heidari, A., and Hashemzade, H. 2013. The role of current photosynthesis on grain yield formation, some agronomic characteristics and germination traits in two bread wheat cultivars under terminal drought stress condition. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5 (14): 1585-1594.
2. Agrawal, A. A., Tuzun, S., and Bent, E. (Eds.). 1999. Induced plant defenses against pathogens and herbivores: biochemistry, ecology, and agriculture (No. Sirsi) i9780890542422). St. Paul, MN: APS Press. 95-115.
3. Barr, H. D., and Weatherley, P. E. 1962. Are-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. Australian Journal of Biological Sciences 15 (3): 413-428.
4. Bates, L. S. 1972. Rapid determination of free praline for water-stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.
5. Dadashi M. R., Majidi Hervan, L. Solati, A., and Noorinia, A. A. 2007. Evaluation of different genotypes of barley to salinity stress. Journal of Agricultural Science 181-190. (in Persian with English abstract).
6. Fabriki-Ourang, S., and Mehrabad Pourbanab, S. 2016. Effect of drought and salinity stress on morphological and biochemical characteristics of savory medicinal herb. ECO Phytochemistry of Medicinal Plants 4 (3). (in Persian).
7. Francois, L. E., Grieve, C. M., Mass, E. V., and Lesch, S. M. 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Agronomy Journal 86 (1): 100-107.
8. Fricke, W., and Peters, W. S. 2002. The biophysics of leaf growth in salt-stressed. A study at the cell level. Plant Physiology 129: 374-388.
9. Greenway, H., and Munns, R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annual Review of Plant Physiology 31 (1): 149-190.
10. Heidari, H. 2012. Effect of defoliation intensity on maize yield, yield components and seed germination. Life Science Journal 9 (4): 1594-1598.
11. Houshmand, S., Arzani, A., Maibody, S. A., and Feizii, M. 2005. Evaluation of salt tolerant genotypes of durum wheat derived from in vitro and field experiments. Field Crops Research 91: 345-354.
12. Karban, R., and Baldwin, I. T. 1997. Induced Responses to Herbivory. University of Chicago Press, Chicago.
13. Khalesro, Sh., Malekian, H., and Mahdavi, B. 2016. Effect of chitosan and salinity stress on seed germination characteristics of savory (*Satureja hortensis* L.) and dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Iranian Journal of Seed Science and Research 3 (3): 23. (in Persian with English abstract).
14. Khalili, N., Kamkar, B., and Khodabakhshi, A. H. 2014. Quantification and analysis of germination reactions of *satureja hortensis* to temperature and salinity stress. Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences 8 (1): 83-92. (in Persian).
15. Jafri, S. M. H., and Gadi, E. 1985. Flora of Libya, Al Faateh University, Faculty of Science, Department of Botany: Tripoli, Libya, 118: 88-92.
16. Lauchi, A., and Epesetin, E. 1984. Mechanism of salt tolerance in plants. California Agriculture 38: 18-25.
17. Levitt, T. 1980. Marketing success through differentiation-of anything (pp. 83-91). Graduate School of Business Administration, Harvard University.
18. Mabry, C. M., and Wayne, P. W. 1997. Defoliation of the annual herb Abutilon theophrasti: Mechanisms underlying reproductive compensation. Oecologia 111 (2): 225-232.
19. Majdam, M., Naderi, A., Nourmohammadi, Gh., Siadat, A., and Aynehband, V. 2007. The Effect of Drought Stress and Nitrogen Use Management on Yield, Yield Components and Water Use Efficiency of Maize in Khuzestan Climate. Scientific Journal of Agricultural Sciences. Thirteenth year. (in Persian).
20. Mesri, F., Keyghobadi, M., and Sargolzayi, M. 2014. Study of stresses in plants and studying some of the mechanisms of resistance to stress, the first national conference of medicinal plants, traditional medicine and organic farming, Hamedan, Hegmatane Environmental Assessment Center, Arya Hegmatan Conferences Development Center. (in Persian with English abstract).
21. More, S. D., Hangarge, D. S., Raghavaiah, C. V., and Joshi, B. M. 2004. Performance of different safflower, *carthamus tinctorius* L. genotypes with varied soil salinity levels. Journal of Oilseeds Research 21: 196-197.
22. Najafi, F., and Khavari-Nejad, R. A., 2010. The effects of salt stress on certain physiological parameters in summer savory (*Satureja hortensis* L.) plants. Journal of Stress Physiology & Biochemistry 6 (1).
23. Pakniat, H., Kazemipour, A., and Mohamadi, G. A. 2003. Variation in salt tolerance of cultivated (*Hordeum vulgare* L.) and wild (H. spontanum C. Koch) barley genotypes from Iran. Iran Agricultural Research 22: 45-62. (in Persian).

24. Poustini, K. 1995. Physiological Responses of Two Wheat Cultivars to Salinity Stress. Iranian Journal of Agriculture Science 26: 2. (in Persian with English abstract).
25. Prado, F. E., Boero, C., Gallardo, M., and Gonzalez, J. A. 2000. Effect of NaCl on germination, growth, and soluble sugar content in Chenopodium quinoa Wild. seeds. Botanical Bulletin of Academia Sinica 41: 27.
26. Premachandra, G. S., Saneoka, H., and Ogata, S. 1990. Cell membrane stability, an indicator of drought tolerance, as affected by applied nitrogen in soybean. The Journal of Agricultural Science 115 (1): 63-66.
27. Rascio, A., Russo, M., Mazzucco, L., Plantain, C., Nicastro, G., and Fonz, N. D. 2001. Enhanced osmo tolerance of wheat selected for potassium accumulation. Plant Science 160: 441-448.
28. Rechinger, K. H. 1982. Satureja in Fl Iranica. Akademische Druck-u Verlagsanstalt, Graz 150: 495-504.
29. Saadatian, B., Ahmadvand, G., and Soleimani, F. 2012. Seed priming effect on germination components of Satureja hortensis under drought and salinity stress. Science and Technology Seed 2 (2). (in Persian).
30. Santa Maria, G. E., and Epsetin, E. 2001. Potassium sodium selectivity in wheat and amphiploid cross wheat xlophopym elongation. Plant Science 160: 523-534.
31. Seghatoleslami, M. J. 2010. Effect of salinity on germination of three types of medicinal herbs savory (*Satureja hortensis* L.) Chicory (*Cichorium intybus* L.) and Artichoke (*Cynara scolymus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 8 (5): 818-823. (in Persian).
32. Sheligl, H. Q. 1986. Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. Planta Journal 47-51.
33. Takur, M., and Sharma, A. D. 2005. Induced proline accumulation in germinating embryos: Evidence suggesting a role of proline in seed germination. 2005. Journal of Arid Environments 62: 512-523.
34. Valaie, N., and Hosseini Cici, S. Z. 2014. Tolerance of Salsify (Tragopogon graminifolius) to Simulated Herbivory. Journal of Crop Ecophysiology 8 (3). (in Persian with English abstract).
35. Vojodi Mehrabani, L., Hassanpour aghdam, M. B., and Valizadeh Kamran, R. 2017. Growth and Some Physiological Characteristics of Savory (*Satureja hortensis* L.) as Affected by Salinity Stress. Journal of Crop Ecophysiology 11 (1). (in Persian with English abstract).

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 4, Winter. 2020, p. 605-615

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۶۱۵-۶۰۵

The Response of Some Morphological and Physiological Traits of Landraces of Savory (*Satureja hortensis* L.) to Levels of Salinity and Defoliation Stress

F. Majidi[1]*, E. Azizi[2], M. Kermani[3], A. Abhari[4]

Received: 07-02-2019
Accepted: 10-07-2019

Introduction: Environmental stresses are the most important factor in reducing the yield of agricultural products worldwide. Salinity and defoliation stresses are the most important environmental stresses that affect the properties and production of plants. Salinity stress is also considered as a hyperionic stress and is a major abiotic stress limiting growth and productivity of plants in many areas of the world due to increasing use of poor quality of water for irrigation and soil salinization and defoliation stress is removing leaves from plant or area of land for agricultural purposes that reduces plant fitness. Savory is a medicine herb which its scientific name is *Satureja hortensis* and is native to the eastern mediterranean and southwestern Asia (Iran). savory is from the Labatiae family, which runs through the months of July to september in Iran. It has soft and rectangular leaves and almost petiolate and narrow and have a lot of essential glandular fibers. Winter savory is *Satureja montana* and summer savory is *Satureja hortensis* that are two important species of savory and it has pink to blue-white flowers that attract honey bees. Savory has properties treats nerve pain, increases blood coagulation factors, decreases fat and weight.

Materials and Methods: To determine the resistance of the savory landraces in this study to salinity and defoliation stresses and planning for breeding programs in the future, a factorial experiment randomized complete design was carried out with three replications in greenhouse conditions in Payame Noor University of Mashhad, in 2017 and 2018. Treatments consisted of four levels of salinity (0, 3, 6 and 9 $dS.m^{-1}$), three levels of defoliation stress (0, 25 and 50%) and five savory landrace (Kalat, Isfahan, Hamedan, Dargaz, and Mashhad). The traits of this project contained height, number of leaves, number of branches, fresh, dry weight of root, stem and leaf, leaf relative water content, membrane constant coefficient, proline and carbohydrate. Salinity and defoliation stress was applied to the plant after 8-leaf level. Statistical analysis of these data was done using Minitab and MSTAT-C software and then comparison of the meanings by LSD method was done at a significant level of 5%.

Results and Discussion: The results of this study indicated that defoliation stress has significant effect on all traits of savory measured landraces and the maximum and minimum values of these traits were observed zero and 50 % at defoliation level. So the values of the morphological traits and fresh and dry weight of savory organs were decreased by increasing the salinity levels. Also the content of proline and soluble sugars were increased by salinity stress. According to research of Santa Maria *et al.* (2001), proline is a low molecular weight protective metabolite that increases resistance and prevents damage from salt stress. Prado *et al.* (2000) also considered carbohydrate increase as a way to reduce the effects of osmotic and ionic stress and, ultimately, adapt plants to these conditions. According to Greenwich and Mon (1980), due to the salinity stress, the growth of the Sorghum plant is stopped due to low water potential, ionic toxicity and excretion imbalance by salinity, which in our study also reduced the morphological traits by increasing salinity and defoliation stress levels.

Conclusions: According to the results, Kalat and Hamedan landraces were superior to various levels of salinity and defoliation stress for morphological traits and fresh and dry weight of different Satureja organs. The maximum amounts of proline and carbohydrate were observed in Mashhad landrace, Due to these two traits, Mashhad landrace is known as a salt-resistant landrace. The maximum value of membrane constant coefficient was observed in Hamedan landrace. The highest value of leaf relative water content was observed in Kalat landrace.

Keywords: Carbohydrate, Leaf relative water, Mashhad, Membrane constant coefficient, Proline

1- MSc student in Plant Breeding, Payame Noor University, Iran
2- Associate Professor, Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Iran
3- Assistant Professor, Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Iran
4- Assistant Professor, Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Iran
(*- Corresponding Author Email: fmajidi66@yahoo.com)